

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. November 2003 (06.11.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/091686 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01M 13/02, F16H 61/12**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/04020**

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. April 2003 (17.04.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
102 18 050.4 23. April 2002 (23.04.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; 88038 Friedrichshafen (DE)**

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **POPP, Christian [DE/DE]; Kümmerstsweiler 8, 88079 Kressbronn (DE). STEINHAUSER, Klaus [DE/DE]; Zimbaweg 9, 88079 Kressbronn (DE). DIEBOLD, Sven [DE/DE]; Josef-Braun-Strasse 7, 88048 Friedrichshafen (DE). SCHOLZ, Manfred [DE/DE]; Schachenstrasse 17, 88074 Meckenbeuren (DE).**

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG; 88038 Friedrichshafen (DE).**

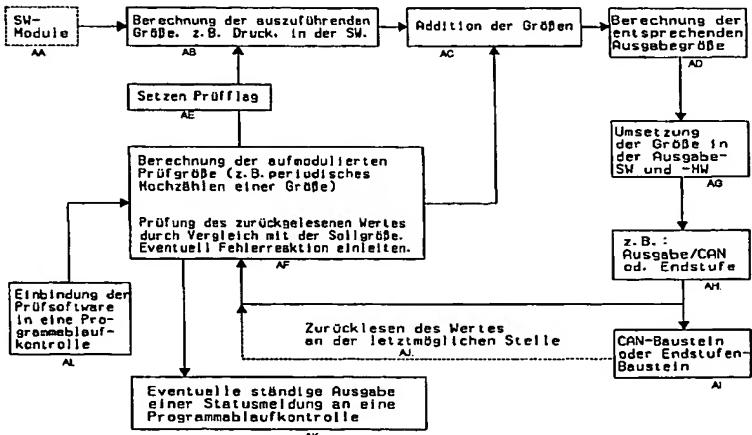
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): **JP, US.**

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): **europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MONITORING COMPONENTS OF THE DRIVE TRAIN OF A MOTOR VEHICLE AND FOR DIAGNOSING ERRORS IN THE SAME

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG UND FEHLERDIAGNOSE FÜR KOMPONENTEN DES ANTRIEBSSTRANGS EINES KRAFTFAHRZEUGS



AA: SW MODULE
AB: CALCULATION OF VARIABLES TO BE MONITORED, E.G. PRESSURE, IN THE SW
AC: ADDITION OF VARIABLES
AD: CALCULATION OF CORRESPONDING OUTPUT VARIABLE
AE: SET CHECK FLAG
AF: CALCULATION OF MODULATED CHECK VARIABLES (E.G. PERIODICAL EXPONENTS OF A VARIABLE)
AJ: CHECK OF THE RE-READ VALUE BY COMPARISON WITH THE NOMINAL VARIABLE, POSSIBLE ERROR REACTION TRIGGERED.
AK: INTEGRATION OF CHECK SOFTWARE INTO A PROGRAM RUN CHECK
AL: INTEGRATION OF CHECK SOFTWARE INTO A PROGRAM RUN CHECK
AH: E.G. OUTPUTCAN OR END STAGE
AI: CAN COMPONENT OR END STAGE COMPONENT
AJ: SECOND READING OF VALUE AT THE LAST POSSIBLE POSITION
AK: POSSIBLE CONTINUOUS OUTPUT OF A STATUS MESSAGE TO A PROGRAM RUN CHECK

WO 03/091686 A1

(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring components of the drive train of a motor vehicle and for diagnosing errors in the same. According to said method, at least the transmission routes of critical signals and/or output variables are monitored by means of a plausibility check.

(57) Zusammenfassung: Im Rahmen des Verfahrens zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs werden zumindest die Signalübertragungsstrecken kritischer Signale und-oder Ausgabegrößen mittels einer Plausibilitätsprüfung überwacht.



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose
für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebesteuerung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Durch die steigende Komplexität von Automatgetrieben, automatisierten Handschaltgetrieben, stufenlosen Getrieben und weiterer Komponenten im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs werden immer höhere Ansprüche an das Diagnose- bzw. 15 Überwachungssystem dieser Komponenten gestellt. Dies ist insbesondere bei sogenannten Shift-by-wire-Systemen der Fall.

20 Nach dem Stand der Technik wird zur Überwachung der Komponenten nach unterschiedlichen Normen, wie z. B. DIN 19250, IEC 61508 oder DIN V 0801, vorgegangen. Dies bedeutet einen hohen Aufwand an Prüf- und Überwachungssoftware, da entsprechende Sicherungs- und Ersatzfunktionen 25 implementiert werden müssen.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebesteuerung anzugeben, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

Insbesondere soll eine effektive Überwachung ohne hohen Aufwand an Soft- und Hardware realisiert werden.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen her- vor.

10 Demnach wird vorgeschlagen, zumindest die Signalüber- tragungsstrecken kritischer Signale und/oder Ausgabegrößen als Indikator für den Zustand des Systems zu überwachen, da Software- und/oder Hardware-Fehler in Übertragungsfehlern resultieren. Insbesondere sollen die Ausgabewerte am Ende der Überwachungsstrecke auf Plausibilität überprüft werden.

15 Gemäß der Erfindung wird eine Signalgröße, welche von einer Funktionssoftware bzw. von einem Berechnungsalgorith- mus berechnet wird, zumindest nahe an der letztmöglichen Ausgabestelle zurückgelesen und plausibilisiert. Zu diesem Zweck wird gemäß einer ersten Variante des hier vorgestell- ten Verfahrens dem berechneten Sollausgabewert eine Größe aufmoduliert, die sich in einem Bereich bewegt, der keine oder nur eine geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausga- begröße hat.

25 Vorzugsweise liegt die aufmodulierte Größe unter der eigentlichen ausführbaren Größe und hat somit keine Auswir- kung auf die eigentliche Ausgabegröße bzw. auf das System.

30 Die berechnete auszuführende Größe wird erfindungsge- mäß an einer möglichst weit hinten liegenden Stelle im Signalfluß zurückgelesen. Anschließend wird der zurückgele- sene, aufmodulierte Istwert an der Ausgabestelle mit dem

aufmodulierten Sollwert verglichen. Da sich der Sollwert ständig ändert, muss sich auch der zurückgelesene Wert ständig ändern. Somit ist sichergestellt, dass sich auf dem Weg bis zur Ausgabestelle keine ungewollte Veränderung oder 5 Nichtveränderung durch Software- und/oder Hardware-Fehler vollzogen hat. Entsprechende notwendige Filter bzw. Ab- oder Aufrundungen, die sich anhand der zeitlichen Abläufe ergeben könnten, müssen in der Plausibilisierung berücksichtigt werden.

10

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Wegstrecke der berechneten Größe direkt geprüft wird, ohne zusätzlichen Aufwand für Hardware und Funktions-Software.

15 Im Rahmen einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, die Plausibilitätsprüfung mittels einer parallel zur Funktions-Software ablaufenden Prüf-Software durchzuführen.

20 Hierbei wird der zur Plausibilisierung verwendete Wert von der Prüf-Software berechnet. Eine Signalgröße, welche von einer Funktionssoftware berechnet wird, wird erfindungsgemäß an der letztmöglichen Ausgabestelle zurückgelesen und mit dem von der Prüf-Software berechneten Wert direkt verglichen, wobei entsprechende Zeitversätze oder 25 Rundungsfehler berücksichtigt werden.

Die Berechnung des Prüfwertes kann erfindungsgemäß auf mehrere Arten erfolgen:

30

Zum einen kann der gleiche Berechnungsalgorithmus (z. B. Interpolation im Kennfeld) mit den gleichen Daten, beispielsweise Kennfelder, Kennlinien, Festwerte in der

Prüf- und Ausgabesoftware verwendet werden. Hierbei werden Fehler im Berechnungsalgorithmus oder in den verwendeten Daten nicht erkannt. Des weiteren, wenn über einen längeren Zeitraum der gleiche Wert berechnet wird, ist auch die Signalstrecke in dieser Zeit nicht geprüft.

Zum anderen kann vorgesehen sein, dass sich der Berechnungsalgorithmus des Ausgabewertes von dem der Prüf-Software unterscheidet. Im Rahmen dieser unscharfen Überwachung kann einerseits der Ausgabewert nicht genau geprüft werden, andererseits aber können Software- und Hardware-Fehler im Berechnungsalgorithmus erkannt werden. Hierbei können die zur Berechnung hergenommenen Daten doppelt abgelegt werden. Auch in diesem Fall können sowohl Software- als auch Hardware-Fehler (z. B. Bitkipper) entdeckt werden.

Eine weitere Variante sieht vor, die Prüfdaten in komprimierter Form zu speichern; beispielsweise können diese Daten durch eine entsprechende Software generiert und beim Brennen des Speicherbausteins aufgespielt werden.

Signalgrößen werden oft nur in einer bestimmten Situation berechnet. Außerhalb dieses Bereiches wird der Wert der Signalgrößen oft auf Max., Min. oder Null gesetzt. In solchen Fällen ist es unnötig, eine aufwendige Prüfung nach den beiden bereits vorgestellten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.

Daher wird vorgeschlagen, in einer solchen Situation von der Funktions-Software an die Prüf-Software ein Prüf-Flag zu setzen, welches anzeigt, dass momentan keine Berechnung des Ausgabewertes stattfindet. In der Prüf-Software wird jedoch der Ausgabewert trotzdem zurückgelesen und

direkt mit der festen Ausgabegröße, beispielsweise Null verglichen. Ist nun der zurückgelesene Wert an der Ausgabe-
schnittstelle nicht gleich dem festen Prüfwert, dann liegt
ein Fehler vor. Hierbei wird ein Ausgabewert generiert, der
nicht von der Funktionssoftware berechnet wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten
Figur, die ein Blockschaltbild der ersten Variante des er-
findungsgemäßen Verfahrens darstellt, näher erläutert.

Gemäß der Figur wird zur Überwachung und Fehlerdiagno-
se der Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs
eine Plausibilitätsprüfung der Signalübertragungsstrecke
durchgeführt.

Hierbei wird eine Signalgröße, welche von einer Funk-
tions-Software berechnet wird, beispielsweise ein Wert für
den Druck, an der letztmöglichen Ausgabestelle, beispiels-
weise an einem Endstufen-Baustein oder an dem letzten CAN-
Baustein, zurückgelesen und plausibilisiert.

Um dies zu realisieren, wird der von der Funktions-
software berechneten auszuführenden Größe, bei gleichzeiti-
gem Setzen eines Prüf-Flags eine Prüfgröße aufmoduliert,
die sich in einem Bereich bewegt, der keine oder nur eine
geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße hat.
Vorteilhafterweise wird die aufmodulierte Prüfgröße durch
periodisches Hochzählen einer Größe berechnet.

Anschließend wird aus der mit der Prüfgröße aufmodu-
lierten auszuführenden Größe die entsprechende Ausgabegröße
berechnet, die dann erfindungsgemäß an einer möglichst weit
hinten liegenden Stelle im Signalfloss zurückgelesen wird.

Der zurückgelesene, aufmodulierte Istwert an der Ausgabestelle wird dann mit dem aufmodulierten Sollwert verglichen. Da sich der Sollwert ständig ändert, muss sich auch der zurückgelesene Wert ständig ändern.

5

Somit kann sichergestellt werden, dass sich auf dem Weg bis zur Ausgabestelle keine ungewollte Veränderung oder Nichtveränderung durch Software- und/oder Hardware-Fehler vollzogen hat. Nach der Erfindung ist zudem vorgesehen, 10 dass notwendige Filter bzw. Ab- oder Aufrundungen der Größen, die sich anhand der zeitlichen Abläufe ergeben könnten, in der Plausibilisierung berücksichtigt werden.

15 Erfindungsgemäß kann die Auswertung des zurückgelesenen Wertes auf mehrere Arten erfolgen.

20 Gemäß einer ersten Auswertungsvariante wird geprüft, ob die Differenz der aufeinanderfolgenden Prüfwerte einen bestimmten Betrag übersteigt. Sollte dies der Fall sein, dann wird ein Fehler ausgeschlossen.

25 Zudem ist es möglich, den Prüfwert direkt zu prüfen, oder die Differenz des berechneten Wertes zu dem zurückgelesenen Wert und/oder diese Differenz mit dem aufmodulierten Offset zu vergleichen.

30 Gemäß der Erfindung können vorteilhafterweise die verschiedenen Plausibilisierungen miteinander kombiniert werden. Die Prüf-Software kann zudem auch mehrere Berechnungsfunktionen, die auf eine oder mehrere Ausgabeschnittstellen einwirken, auf einen plausiblen Ausgabewert hin prüfen.

Die Intensität der Prüfung kann variabel gestaltet werden. Kriterien hierfür sind die Auftretenswahrscheinlichkeit des Fehlers sowie seine Auswirkung auf die Sicherheit des Fahrers, des Fahrzeugs und des entsprechenden Aggregates.

Im Rahmen einer besonders vorteilhaften Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, die Prüf-Software ebenfalls in einer Programm-Ablaufkontrolle zu prüfen. Hierbei wird geprüft, ob die Prüffunktion fehlerfrei durchlaufen worden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für
5 Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebesteuerung, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die Signalübertragungsstrecken kritischer Signale und/oder Ausgabegrößen überwacht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachung mittels einer Plausibilitätsprüfung der von dem Berechnungsalgorithmus generierten Signalgrößen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Plausibilitätsprüfung die Signalgröße zumindest nahe an einer Ausgabestelle einer Signalübertragungsstrecke zurückgelesen und ausgewertet oder mit einem geeigneten Wert verglichen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgabestelle die letztmögliche Ausgabestelle der Signalübertragungsstrecke verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass einem von dem Berechnungsalgorithmus berechneten Sollausgabewert eine Prüfgröße aufmoduliert wird und dass anschließend der zurückgelesene,

aufmodulierte Istwert an der Ausgabestelle mit dem aufmodulierten Sollwert verglichen wird.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die aufmodulierte Größe keine oder sehr geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße hat.

10 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Auswertung des zurückgelesenen Istwertes geprüft wird, ob die Differenz der aufeinanderfolgenden Prüfwerte einen bestimmten, vorgegebenen Betrag übersteigt.

15 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Auswertung des zurückgelesenen Istwertes die Differenz des berechneten Sollwertes zu dem zurückgelesenen Wert geprüft wird und/oder dass diese Differenz mit der aufmodulierten Prüfgröße verglichen wird.

25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Plausibilitätsprüfung mittels einer parallel zum Berechnungsalgorithmus ablaufenden Prüf-Software durchgeführt wird.

30 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die von dem Berechnungsalgorithmus generierten Signalgrößen mit einem von der Prüf-Software berechneten Prüfwert direkt verglichen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass von der Prüf-Software der gleiche Berechnungsalgorithmus und die gleichen Daten verwendet werden, die der Steuerung und/oder Regelung der Komponenten des Antriebsstrangs zugrunde liegen.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Berechnungsalgorithmus des Ausgabewertes von demjenigen der Prüf-Software unterscheidet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Berechnung hergenommenen Daten doppelt abgelegt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfdaten in komprimierter Form gespeichert werden, wobei die Prüfdaten mittels einer Software generierbar sind.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall von Signalgrößen, die nur in bestimmten Situationen berechnet werden, der Berechnungsalgorithmus an eine Prüf-Software ein Prüf-Flag zum Anzeigen der momentanen Nichtberechnung des Ausgabewertes setzt, wobei in der Prüf-Software der Ausgabewert zurückgelesen und direkt mit einer festen Ausgabegröße, beispielsweise Null verglichen wird und wobei der Ausgabewert nicht von dem Berechnungsalgorithmus berechnet wird.

11

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der verwendeten Prüf-Software mehrere Signalübertragungsstrecken auf einen plausiblen Ausgabewert überprüft werden.

5

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüf-Software in einer Programm-Ablaufkontrolle geprüft wird.

10

1 / 1

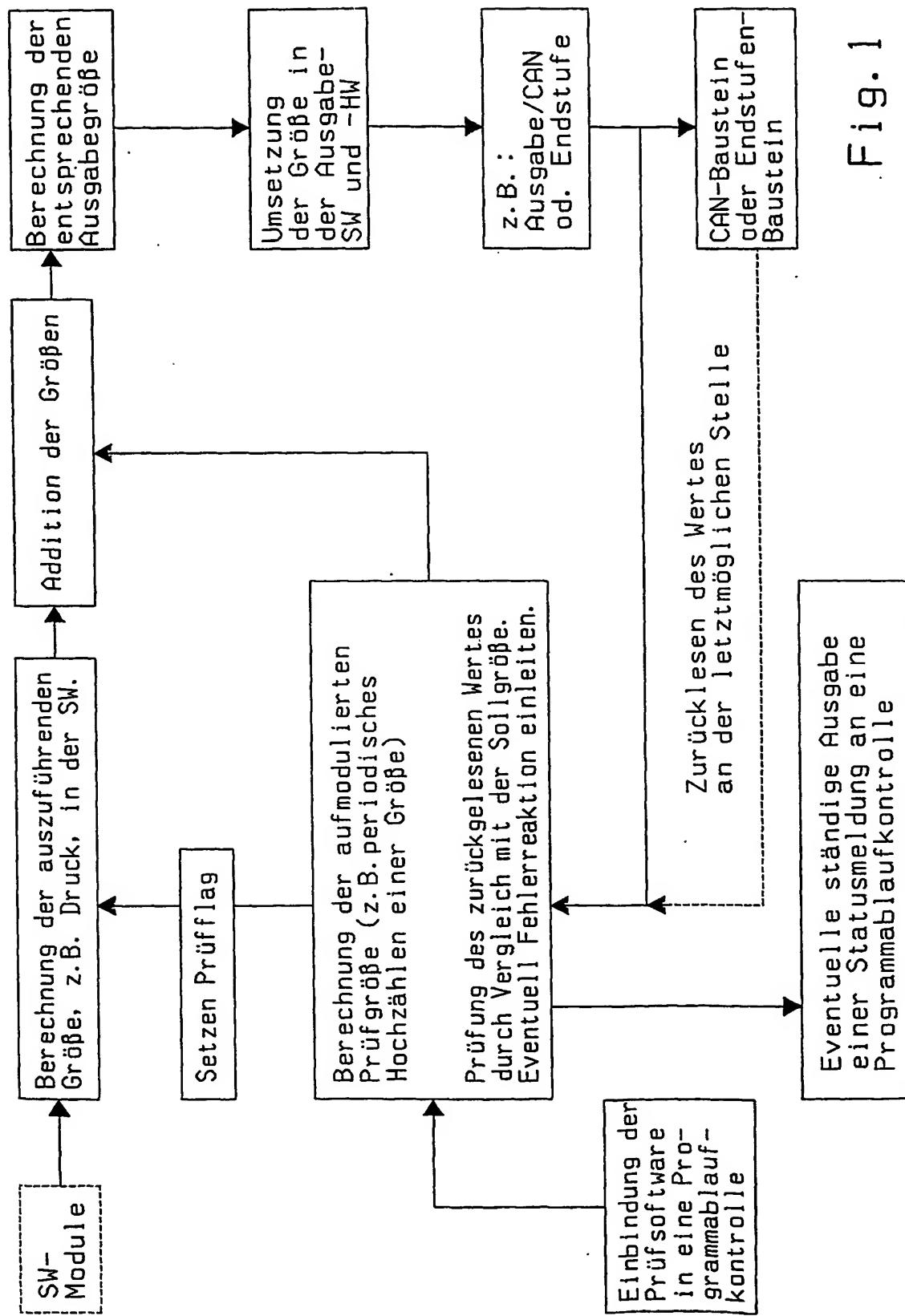


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04020

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01M13/02 F16H61/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01M F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 37 35 184 A (F. PORSCHE AG) 3 May 1989 (1989-05-03) the whole document ---	1-3
X	US 5 493 928 A (R.M. MITCHELL U.A.) 27 February 1996 (1996-02-27) the whole document ---	1
X	EP 1 180 673 A (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 20 February 2002 (2002-02-20) the whole document ---	1
X	DE 198 50 881 A (T. WILHELM) 11 May 2000 (2000-05-11) the whole document ---	1-3
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

16 July 2003

Date of mailing of the International search report

28/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Assche, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/04020

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	DE 101 20 899 A (VOLKSWAGEN AG) 31 October 2002 (2002-10-31) the whole document -----	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04020

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 3735184	A	03-05-1989	DE	3735184 A1		03-05-1989
US 5493928	A	27-02-1996	DE	19538495 A1		18-04-1996
EP 1180673	A	20-02-2002	CA	2354837 A1		11-02-2002
			EP	1180673 A2		20-02-2002
			JP	2002122222 A		26-04-2002
			US	2002029136 A1		07-03-2002
			JP	2002122223 A		26-04-2002
DE 19850881	A	11-05-2000	DE	19850881 A1		11-05-2000
DE 10120899	A	31-10-2002	DE	10120899 A1		31-10-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04020

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01M13/02 F16H61/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01M F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 37 35 184 A (F. PORSCHE AG) 3. Mai 1989 (1989-05-03) das ganze Dokument ---	1-3
X	US 5 493 928 A (R.M. MITCHELL U.A.) 27. Februar 1996 (1996-02-27) das ganze Dokument ---	1
X	EP 1 180 673 A (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 20. Februar 2002 (2002-02-20) das ganze Dokument ---	1
X	DE 198 50 881 A (T. WILHELM) 11. Mai 2000 (2000-05-11) das ganze Dokument ---	1-3
		-/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

16. Juli 2003

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

28/07/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Assche, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04020

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	DE 101 20 899 A (VOLKSWAGEN AG) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) das ganze Dokument -----	1-3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3735184	A	03-05-1989	DE	3735184 A1	03-05-1989
US 5493928	A	27-02-1996	DE	19538495 A1	18-04-1996
EP 1180673	A	20-02-2002	CA	2354837 A1	11-02-2002
			EP	1180673 A2	20-02-2002
			JP	2002122222 A	26-04-2002
			US	2002029136 A1	07-03-2002
			JP	2002122223 A	26-04-2002
DE 19850881	A	11-05-2000	DE	19850881 A1	11-05-2000
DE 10120899	A	31-10-2002	DE	10120899 A1	31-10-2002

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT (Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 23 JUL 2004

WIPO PCT

Aktenzeichen des Annehmers oder Anwalts 8264 WO gi-FRI	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übersendung des Internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/04020	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 17.04.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 23.04.2002	
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01M13/02			
Annehmer ZF FRIEDRICHSHAFEN AG			

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Annehmer gemäß Artikel 36 übermittelt.

2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 3 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I Grundlage des Bescheids
- II Priorität
- III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 22.10.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 23.07.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Van Assche, P Tel. +31 70 340-2185



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/04020

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

1-7 in der ursprünglich eingereichten Fassung

Ansprüche, Nr.

1-14 eingegangen am 16.02.2004 mit Schreiben vom 11.02.2004

Zeichnungen, Blätter

1/1 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:
- Ansprüche, Nr.:
- Zeichnungen, Blatt:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/04020

5. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-14
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Nein: Ansprüche Ja: Ansprüche 1-14
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Nein: Ansprüche Ja: Ansprüche: 1-14 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

Die vorliegende Anmeldung offenbart ein Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebesteuerung, wobei die Ausgangsgrößen an der letztmöglichen Ausgabestelle der Signalübertragungsstrecke einer Plausibilitätsprüfung unterzogen werden.

Nächste Stand der Technik:

DE-A-3735184 (D)

Dokument D offenbart eine Anordnung zur Steuerung des Gangwechsels eines Kraftfahrzeuggetriebes, wobei die Ausgangssignale eines Schaltbefehlsgebers (7,7') einer Plausibilitätsprüfung unterzogen werden (Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 5).

Unterschied zum Stand der Technik / Vorteil(e):

Die Ausgangssignale werden in der vorliegenden Anmeldung an der letztmöglichen Ausgabestelle der Signalübertragungsstrecke einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Somit ist sichergestellt, dass sich auf dem Weg bis zur Ausgabestelle keine ungewollte Veränderung oder Nichtveränderung durch Software- und/oder Hardware-Fehler vollzogen hat.

In Dokument D (Figur 1) würde dieses Bedeuten, dass die Signale (sk, sg) überprüft werden sollten, was aber nicht offenbart ist oder erwähnt wird.

Schlussfolgerung:

Da diese Lösung nicht bekannt ist und auch nicht naheliegend ableitbar ist, erfüllt der Anspruch 1 die Erfordernisse von Art. 33 PCT.

Die Ansprüche 2 bis 14 sind abhängig und sind also auch neu und erfinderisch.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/04020

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG
FriedrichshafenErsatzblatt
8PCT/EP 03/04020
Akte 8264 EP
TS gi
2004-02-10(N e u e) P a t e n t a n s p r ü c h e

EPO-DG 1

16. 02. 2004

42

1. Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für
 5 Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche
 mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter
 Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere
 für eine Getriebesteuerung, wobei zumindest die Signalüber-
 10 tragungsstrecken kritischer Signale und/oder Ausgabegrößen
 überwacht werden, mittels einer Plausibilitätsprüfung der
 von dem Berechnungsalgorithmus generierten Signalgrößen,
 dadurch *gekennzeichnet*, dass zur Plausi-
 15 bilitätsprüfung die Signalgröße zumindest nahe an einer
 Ausgabestelle einer Signalübertragungsstrecke zurückgelesen
 und ausgewertet oder mit einem geeigneten Wert verglichen
 wird, wobei als Ausgabestelle die letztmögliche Ausgabe-
 stelle der Signalübertragungsstrecke verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch *gekenn-
 20 zeichnet*, dass einem von dem Berechnungsalgorith-
 mus berechneten Sollausgabewert eine Prüfgröße aufmoduliert
 wird und dass anschließend der zurückgelesene, aufmodulier-
 te Istwert an der Ausgabestelle mit dem aufmodulierten
 Sollwert verglichen wird.

25 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch *gekenn-
 zeichnet*, dass die aufmodulierte Größe keine oder
 sehr geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße
 hat.

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG
Friedrichshafen

Ersatzblatt
9

PCT/EP 03/04020
Akte 8264 EP
TS gi
2004-02-10

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass zur Auswertung des zurück-
gelesenen Istwertes geprüft wird, ob die Differenz der auf-
einanderfolgenden Prüfwerthe einen bestimmten, vorgegebenen
5 Betrag übersteigt.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass zur Auswertung des zurück-
gelesenen Istwertes die Differenz des berechneten Sollwer-
10 tes zu dem zurückgelesenen Wert geprüft wird und/oder dass
diese Differenz mit der aufmodulierten Prüfgröße verglichen
wird.

15 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die Plausibilitätsprüfung mittels
einer parallel zum Berechnungsalgorithmus ablaufenden Prüf-
Software durchgeführt wird.

20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die von dem Berechnungsalgorithmus
generierten Signalgrößen mit einem von der Prüf-Software
berechneten Prüfwert direkt verglichen werden.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass von der Prüf-Software der gleiche
Berechnungsalgorithmus und die gleichen Daten verwendet
werden, die der Steuerung und/oder Regelung der Komponenten
des Antriebsstrangs zugrunde liegen.

30 9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass sich der Berechnungsalgo-
rithmus des Ausgabewertes von demjenigen der Prüf-Software
unterscheidet.

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG
Friedrichshafen

Ersatzblatt
10

PCT/EP 03/04020
Akte 8264 EP
TS gi
2004-02-10

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Berechnung hergenommenen Daten doppelt abgelegt werden.

5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfdaten in komprimierter Form gespeichert werden, wobei die Prüfdaten mittels einer Software generierbar sind.

10 12. Verfahren nach einem der Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall von Signalgrößen, die nur in bestimmten Situationen berechnet werden, der Berechnungsalgorithmus an eine Prüf-Software ein Prüf-Flag zum Anzeigen der momentanen Nichtberechnung des Ausgabewertes setzt, wobei in der Prüf-Software der Ausgabewert zurückgelesen und direkt mit einer festen Ausgabegröße, beispielsweise Null verglichen wird und wobei der Ausgabewert nicht von dem Berechnungsalgorithmus berechnet wird.

20 13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der verwendeten Prüf-Software mehrere Signalübertragungsstrecken auf einen plausiblen Ausgabewert überprüft werden.

25 14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüf-Software in einer Programm-Ablaufkontrolle geprüft wird.

30 (Weiter auf Seite 12 der ursprünglich eingereichten Unterlagen.)

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/EP2003/004020



PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 8264 WO S GI-FRI	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/EP2003/004020	International filing date (day/month/year) 17 April 2003 (17.04.2003)	Priority date (day/month/year) 23 April 2002 (23.04.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01M 13/02		
Applicant ZF FRIEDRICHSHAFEN AG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 3 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I Basis of the report
- II Priority
- III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV Lack of unity of invention
- V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI Certain documents cited
- VII Certain defects in the international application
- VIII Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 October 2003 (22.10.2003)	Date of completion of this report 23 July 2004 (23.07.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP2003/004020

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

the international application as originally filed

the description:

pages 1-7, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

the claims:

pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19)
 pages _____, filed with the demand
 pages 1-14, filed with the letter of 16 February 2004 (16.02.2004)

the drawings:

pages 1/1, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

the sequence listing part of the description:

pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
 the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
 the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

contained in the international application in written form.
 filed together with the international application in computer readable form.
 furnished subsequently to this Authority in written form.
 furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
 The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
 The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. The amendments have resulted in the cancellation of:

the description, pages _____
 the claims, Nos. _____
 the drawings, sheets/fig _____

5. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 03/04020

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

The present application discloses a monitoring and error-diagnosis method for components of a motor vehicle drive train which are controlled and/or regulated by signals generated by a calculation algorithm, in particular for a gearbox control system, the output variables being subjected to a plausibility test at the last-possible output point of the signal-transmission link.

Closest prior art:

DE-A-3735184 (D)

Document D discloses an arrangement for controlling gear changes in a motor vehicle gearbox, the output signals of a shift command initiator (7, 7') being subjected to a plausibility test (column 2, line 62, to column 3, line 5).

Difference from the prior art/Advantage(s):

In the present application, the output signals are subjected to a plausibility test at the last-possible output point of the signal-transmission link, thus ensuring that no undesired modification or lack of

modification due to software and/or hardware errors has occurred on the way to the output point.

In document D (figure 1), this would mean that the signals (sk, sg) would have to be checked, but the document does not disclose or mention such a check.

Conclusion:

Since this solution is not known and cannot be derived from the prior art in an obvious manner, claim 1 meets the requirements of PCT Article 33.

Claims 2 to 14 are dependent claims and hence are likewise novel and inventive.